

PAT-NO: JP02001284513A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001284513 A  
TITLE: POWER SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: October 12, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SAWATANI, KENJI

COUNTRY

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

mitsubishi electric corp

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP2000090921

APPL-DATE: March 29, 2000

INT-CL (IPC): H01L023/473, H01L023/36

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To contrive the enhancement of the cooling performance of a power semiconductor device due to a reduction in a thermal resistance in heat conducting paths in the power semiconductor device and the enhancement of the long-period reliability of the device due to a reduction in a thermal stress between members which are used as the heat conducting paths.

SOLUTION: A power semiconductor device is provided with insulative substrates 3, which are respectively bonded with a power semiconductor element 2 and are the order of the same linear expansion coefficient as that of the element 2, and a metal base plate 41 for heat dissipation, which is bonded with the substrates 3 and is the order of the same linear expansion coefficient as that of the element 2 and the substrates 3. Cooling flow paths 51,

Rest Available Conv

Rest Available

which are  
circulated a cooling liquid, are provided in the base plate 41.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

DERWENT-ACC-NO: 2002-006769

DERWENT-WEEK: 200201

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Power semiconductor device for electric power  
converter,  
has groove provided to metal base board for  
heat release  
through which coolant flows

PATENT-ASSIGNEE: MITSUBISHI ELECTRIC CORP [MITQ]

PRIORITY-DATA: 2000JP-0090921 (March 29, 2000)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 2001284513 A	October 12, 2001	N/A
011 H01L 023/473		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2001284513A	N/A	2000JP-0090921
March 29, 2000		

INT-CL (IPC): H01L023/36, H01L023/473

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001284513A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The coolant flows through a groove (51) provided to a metal base board (41) for heat release and has linear expansion coefficient same as that of semiconductor element (2) and insulating substrate (3) which in turn has same linear expansion coefficient.

USE - Power semiconductor device for electric power converter, with general purpose insulated gate bipolar transistor (IGBT) module and general-purpose cooling system.

ADVANTAGE - Since the groove through which coolant flows is provided to metal base board for heat release, cooling efficiency is increased by reducing thermal resistance and thermal stress in the heat conduction path, due to which reliability is improved.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the top view of components of power semiconductor device. (Drawing includes non-English language text).

Power semiconductor element 2

Insulating substrate 3

Metal base board 41

Groove 51

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/22

TITLE-TERMS: POWER SEMICONDUCTOR DEVICE ELECTRIC POWER CONVERTER  
GROOVE METAL

BASE BOARD HEAT RELEASE THROUGH COOLANT FLOW

DERWENT-CLASS: U11

EPI-CODES: U11-D02B1; U11-D02D1;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2002-005859

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-284513

(P2001-284513A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) IntCl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 23/473  
23/36

識別記号

F I

H 0 1 L 23/46  
23/36

テーム (参考)

Z 5 F 0 3 6  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-90921 (P2000-90921)

(22) 出願日 平成12年3月29日 (2000. 3. 29)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 澤谷 賢二

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

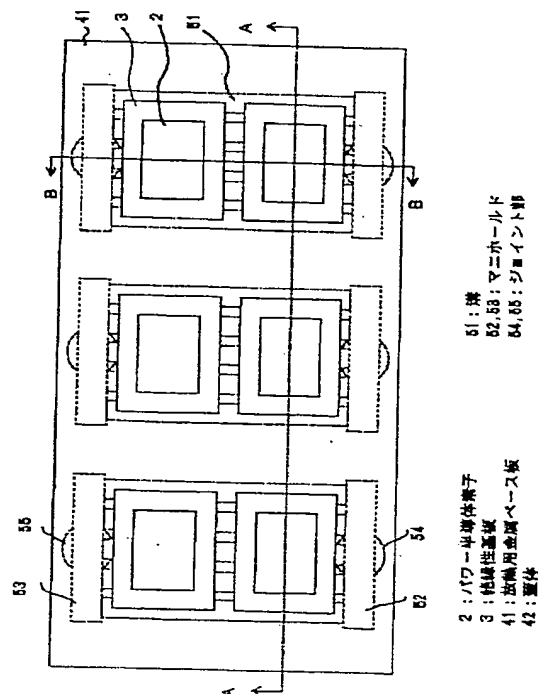
Fターム (参考) 5F036 AA01 BA10 BA23 BB01 BB21  
BD01 BD13

(54) 【発明の名称】 パワー半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 パワー半導体装置の熱伝導路における熱抵抗の低減による冷却性能の向上と、熱伝導路となる部材間の熱応力の低減による長期信頼性の向上を図る。

【解決手段】 パワー半導体素子2が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子と同じオーダーである絶縁性基板3、および上記絶縁性基板が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子および上記絶縁性基板と同じオーダーである放熱用金属ベース板41を備え、上記放熱用金属ベース板に冷却液が流通する冷却液流路51を設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 パワー半導体素子が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子と同じオーダーである絶縁性基板、および上記絶縁性基板が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子および上記絶縁性基板と同じオーダーである放熱用金属ベース板を備え、上記放熱用金属ベース板に冷却液が流通する冷却液流路を設けたことを特徴とするパワー半導体装置。

【請求項2】 冷却液流路は、放熱用金属ベース板の反パワー半導体素子側の面に設けた溝により構成されることを特徴とする請求項1記載のパワー半導体装置。

【請求項3】 溝に蓋をするために放熱用金属ベース板の反パワー半導体素子側に蓋体を配置したことを特徴とする請求項2記載のパワー半導体装置。

【請求項4】 溝は複数本が並行して配置されており、少なくとも2本の上記溝に連通して冷却液流入用マニホールドおよび冷却液流出用マニホールドを設けたことを特徴とする請求項2または3に記載のパワー半導体装置。

【請求項5】 マニホールドは、放熱用金属ベース板および蓋体の少なくとも一方に形成された溝状凹部であることを特徴とする請求項4記載のパワー半導体装置。

【請求項6】 溝は放熱用金属ベース板の一端から他端にまで延在し、マニホールドは、上記溝が開口した放熱用金属ベース板および蓋体の端面を覆うように設けられた筒状体であることを特徴とする請求項4記載のパワー半導体装置。

【請求項7】 マニホールドには外部の冷却液配管と結合するためのジョイント部が設けられており、上記マニホールドの流路断面積を上記ジョイント部から遠ざかるにしたがって小さくしたことを特徴とする請求項4ないし6の何れかに記載のパワー半導体装置。

【請求項8】 放熱用金属ベース板は、モリブデンまたはタングステンからなることを特徴とする請求項1ないし7の何れかに記載のパワー半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電力変換装置などに用いられるパワー半導体装置に関し、特にパワー半導体素子1個当たりの発生熱量がおよそ0.1～1キロワットまたはそれ以上、放熱用金属ベース板1個当たりの発生熱量がおよそ1～10キロワットまたはそれ以上というような大容量のパワー半導体装置の冷却機構に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来技術1. 図21に汎用のIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) モジュールと冷却装置から構成される従来のパワー半導体装置の一例を示す。図21において、1はIGBTモジュール、2はIGBT素子、3は両面に銅やアルミニウム等の金属

の箔が接着された、アルミナや窒化アルミ等からなる絶縁性基板、4はモリブデンやタングステン等からなる放熱用金属ベース板、5はヒートシンク等の冷却装置、6、7ははんだ、8はグリース等のコンパウンドである。放熱用金属ベース板4上に絶縁性基板3およびIGBT素子2が順にはんだ6および7で接合されてIGBTモジュール1が形成されており、IGBTモジュール1は冷却装置5にコンパウンド8で接続し圧接されている。IGBTモジュール1の運転時、IGBT素子2で発生する熱は、絶縁性基板3と放熱用金属ベース板4を介して、冷却装置5に伝導し、冷却される。

【0003】また、パワー半導体装置の他の構造として、GTO (Gate Turn-Off Thyristor) 等のパワー半導体モジュールの両面にヒートシンク等の冷却装置を取り付け、それぞれの接続部は外部からの圧力で接続する圧接スタック型がある。

【0004】これらのパワー半導体モジュールでは、運転時の温度変化による接合部の熱応力を低減するために、主要部分にはIGBT素子2の線膨張率に近い部材を使っており、例えば、IGBTモジュール1のIGBT素子2の線膨張率はけい素で約 $2.6 \times 10^{-6}/K$ 、絶縁性基板3の線膨張率は窒化アルミで約 $4 \times 10^{-6}/K$ 、放熱用金属ベース板4の線膨張率はモリブデンで約 $4.8 \times 10^{-6}/K$ 、タングステンで約 $4.5 \times 10^{-6}/K$ である。それに対し、ヒートシンク等の冷却装置5には熱伝導率の良い銅やアルミニウムが使用されており、その線膨張率は銅で約 $16.6 \times 10^{-6}/K$ 、アルミニウムで約 $23.2 \times 10^{-6}/K$ とIGBTモジュール1の線膨張率に比べて1オーダー大きい。

【0005】従来技術2. また、図22に特開平9-92762号公報に記載された従来のパワー半導体装置の別の例を示す。図22において、101は電力用トランジスタまたは電力用ダイオード等の電力用半導体素子、102はセラミック板などよりなる絶縁基板である。103は放熱ベースであり、銅板やアルミニウム板等の板状体に冷却液体用流路131が穿設されている。105は電極、106はケースである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のパワー半導体装置は以上のように構成されており、従来技術1においては、パワー半導体モジュールと冷却装置とで使用されている部材の線膨張率が違うため、運転時の温度変化により熱伸びに差が発生する。また、大容量化に伴い半導体素子からの発熱量は増加し、さらに長期信頼性の観点から熱サイクル数も増大している。このため、図21に示したパワー半導体装置では、運転時に生じる温度変化によって放熱用金属ベース板4と冷却装置5とで熱伸びに大きな差が生じ、それが繰り返されるため、IGBTモジュール1と冷却装置5間は、熱伸びを逃がす構造が採られ、熱伝導率の低いコンパウンド8で接続し圧接す

る構造となっている。このため、熱抵抗が高く冷却性能が低いという問題があった。また、パワー半導体モジュールの両面にヒートシンク等の冷却装置を取り付け、それぞれの接続部は外部からの圧力で接続する圧接スタック型の場合でも、パワー半導体モジュールと冷却装置の熱伝導は接触によって行なわれており、見かけの接触面積に対して真の接触面積が極端に小さく、このため、熱抵抗が高く冷却性能が低いという問題があった。

【0007】また、従来技術2においては、放熱ベース103に冷却液体を流通させて放熱ベース103を冷却しており、ヒートシンクを用いるのに比べてコンパクト化や冷却能力の向上が図れるが、銅やアルミニウムからなる放熱ベース103と電力用半導体素子101や絶縁基板102とは熱伸びに大きな差が生じ、これらを熱伝導率の高いはんだで接合した場合には接合部に亀裂が生じたりする可能性があり、従来技術1と同様に熱伝導率の低いコンパウンド8で接続し圧接する構造とした場合には熱抵抗が高く冷却性能が低いという問題があった。

【0008】この発明は、上記のような従来のものの問題点を解決するためになされたものであり、パワー半導体装置の熱伝導路における熱抵抗の低減による冷却性能の向上と、熱伝導路となる部材間の熱応力の低減による長期信頼性の向上を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係るパワー半導体装置は、パワー半導体素子が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子と同じオーダーである絶縁性基板、および上記絶縁性基板が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子および上記絶縁性基板と同じオーダーである放熱用金属ベース板を備え、上記放熱用金属ベース板に冷却液体が流通する冷却液流路を設けたものである。

【0010】また、冷却液流路は、放熱用金属ベース板の反パワー半導体素子側の面に設けた溝により構成されるものである。

【0011】また、溝に蓋をするために放熱用金属ベース板の反パワー半導体素子側に蓋体を配置したものである。

【0012】また、溝は複数本が並行して配置されており、少なくとも2本の上記溝に連通して冷却液流入用マニホールドおよび冷却液流出用マニホールドを設けたものである。

【0013】また、マニホールドは、放熱用金属ベース板および蓋体の少なくとも一方に形成された溝状凹部であるものである。

【0014】また、溝は放熱用金属ベース板の一端から他端にまで延在し、マニホールドは、上記溝が開口した放熱用金属ベース板および蓋体の端面を覆うように設けられた筒状体であるものである。

【0015】また、マニホールドには外部の冷却液配管と結合するためのジョイント部が設けられており、上記

マニホールドの流路断面積を上記ジョイント部から遠ざかるにしたがって小さくしたものである。

【0016】また、放熱用金属ベース板は、モリブデンまたはタングステンからなるものである。

【0017】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1によるパワー半導体装置の構成を示す平面図、図2は図1のA-A線断面図、図3は図1のB-B線断面図である。図において、2はパワー半導体素子であり、例えばIGBT素子である。また、その線膨張率はけい素で約 $2.6 \times 10^{-6}/K$ である。3は両面に銅やアルミニウム等の金属の箔が接着された、窒化アルミ等からなる絶縁性基板であり、窒化アルミの線膨張率は約 $4 \times 10^{-6}/K$ とパワー半導体素子2と同じオーダーである。41は線膨張率がパワー半導体素子2および絶縁性基板3と同じオーダーである放熱用金属ベース板であり、例えば線膨張率が約 $4.8 \times 10^{-6}/K$ であるモリブデンや、約 $4.5 \times 10^{-6}/K$ であるタングステンからなる。51は冷却液流路を構成し冷却液が流通する溝であり、放熱用金属ベース板41の反パワー半導体素子2側の面に複数本が並行に設けられている。42は溝51に蓋をするために放熱用金属ベース板41の反パワー半導体素子2側に配置された蓋体であり、本実施の形態では放熱用金属ベース板41と同じモリブデンやタングステン等からなる板である。52および53は複数の溝51に連通して設けられたそれぞれ冷却液流入用マニホールドおよび冷却液流出用マニホールドである。本実施の形態では、溝51は放熱用金属ベース板41の中央部に設けられ、マニホールド52、53は溝51の両端部に連通して放熱用金属ベース板41および蓋体42の両方に形成された溝状凹部である。54および55はマニホールド52、53と外部の冷却液配管（図示せず）とを結合するためのそれぞれ入口側および出口側ジョイント部、6、7ははんだ、9ははんだまたは接着剤等である。

【0018】パワー半導体素子2は絶縁性基板3上にはんだ6で接合され、絶縁性基板3は放熱用金属ベース板41上にはんだ7で接合され、放熱用金属ベース板41は蓋体42とはんだまたは接着剤等9で接合されている。IGBT素子1個当たりの発生熱量はおよそ0.1〜1キロワットまたはそれ以上であり、本実施の形態では放熱用金属ベース板41上に6個のIGBT素子1が配置されている。

【0019】図4はジョイント部の近傍を拡大して示す断面図である。ジョイント部54、55は、例えば、テーパネジを切った配管接続口金具で構成され、蓋体42側のマニホールド52、53に連通して設けた貫通孔142にロウ付けまたは接着剤などで固定されており、テーパネジを介して外部配管を接続する。

【0020】このように構成されたものにおいて、冷却

液は溝51と蓋体42とで囲まれた流路を放熱用金属ベース板41に直接接触しながら流れ、放熱用金属ベース板41を冷却する。なお、冷却液としては、例えば水またはフッ素系不活性液体であるパーフロロカーボンなどが用いられる。

【0021】次に、溝51の寸法形状の一例について説明する。図5は図1の要部すなわち一方のマニホール近傍を拡大して示す平面図、図6は図5のA-A線断面図、図7は図5のB-B線断面図である。放熱用金属ベース板41および蓋体42には線膨張率の小さいモリブデンやタングステン等の高価な材料を使用しているため、厚さは経済性を考慮して3mm程度(2.75mm)の薄い板を使用している。溝51のサイズは冷却性を考慮して幅1.0mm×高さ1.5mmとなっており、溝51の間隔すなわち溝51間のフィンの厚さはフィン効率と加工性および経年的信頼性を考慮して0.5mmとなっている。また、マニホール52(53)は、幅2.5mm×高さ3.5mmとなっている。

【0022】次に、パワー半導体装置全体の寸法形状の一例について説明する。図8はパワー半導体装置の要部20を拡大して示す断面図であり、図2のB-B先から右側を示している。パワー半導体素子2の厚さは、0.6mm、絶縁性基板3の厚さは1.8mmであり、放熱用金属ベース板41および蓋体42の厚さ等の寸法形状は図5~図7と同じである。なお、分かりやすいため、図1および図2では溝51が5本設けられている様子を示しているが、実際は、図8に示すように、幅26.5mmの範囲にわたって $9 \times 2 = 18$ 本設けられている。また、絶縁性基板3の幅は25mm、IGBT2の幅は20mmである。このように、冷却液流路となる溝51は、IGBT2および絶縁性基板3に対応した位置に、これらと同じような範囲または少し大きい範囲にわたって配置されている。

【0023】パワー半導体装置の運転時、パワー半導体素子2で発生する熱は、絶縁性基板3から放熱用金属ベース板41に伝導し、冷却される。このとき、冷却液によって放熱用金属ベース板41を直接に冷却しているので、図21に示したような従来のコンパウンド8を介して冷却装置5を接合したものに比べて熱抵抗が低く冷却性能を向上させることができる。また、放熱用金属ベース板41の線膨張率がパワー半導体素子2や絶縁性基板3と同じオーダーで小さいため、放熱用金属ベース板41と絶縁性基板3とパワー半導体素子2との間での熱伸び差は小さく、従って、放熱用金属ベース板41には無理な熱応力は発生せず、はんだ7および6が破損することなく長期信頼性が高い。

【0024】なお、放熱用金属ベース板41に薄板を使用しているため、マニホール52、53における冷却液の流通面積すなわち流路断面積を大きくとれない場合があり、その場合はマニホール52、53を流通する

冷却液の流速が大きくなり、流通抵抗が大きくなり過ぎる場合がある。そこで、本実施の形態では図1に示すように、溝51の両端部に設けたマニホール52、53をパワー半導体素子2の小さな単位毎に小さく分割した構成とし、外部の配管と結合するためのジョイント部54、55もそれぞれのマニホール52、53に対応して設け、放熱用金属ベース板41の溝51を流通する冷却液はその分割に応じて並列に流すようにした。図1は3分割の場合を示しており、マニホール52、53が3組設けられている。

【0025】実施の形態2。図9は本発明の実施の形態2によるパワー半導体装置の構成を示す平面図、図10は図9のA-A線断面図、図11は図9のB-B線断面図である。上記実施の形態1ではマニホール52、53を3分割した場合について示したが、本実施の形態では、共通のマニホール52、53としている。上記実施の形態1で述べたように、放熱用金属ベース板41に薄板を使用しているが、板の幅を大きくしてマニホール52、53の幅を大きくしたりしてマニホール52、53における冷却液の流通面積を大きくすることによって、マニホール52、53を流通する冷却液の流速を下げ、流通抵抗が大きくなりすぎないようにすると、マニホール52、53の分割数を減らすことができ、本実施の形態のようにマニホール52、53を分割しないことも可能である。マニホール52、53を分割しなければ、外部の冷却液配管と結合するための入口側および出口側ジョイント部54および55もそれぞれ1個ずつにして放熱用金属ベース板41の溝51に流入、流出する冷却液のパス数を1パスにすることができ、冷却液の配管が複雑になることを避けることができる。

【0026】なお、図9では、外部の冷却液配管と結合するための入口側および出口側ジョイント部54、55は、それぞれマニホール52、53の端部に設けているが、中央部に設けて両側に冷却液が流れるようにすることもできる。

【0027】また、マニホール52、53における冷却液流通面積すなわち流路断面積を図9や図10では一定にしているが、溝51を流通する冷却液の流量をできるだけ均一にするために、マニホール52、53の冷却液流通面積すなわち流路断面積をジョイント部54、55を最大にして、ジョイント部54、55から遠ざかるにしたがって小さくしてもよい。

【0028】実施の形態3。図12は本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部すなわち一方のマニホール近傍を拡大してその構成を示す平面図、図13は図12のA-A線断面図、図14は図12のB-B線断面図である。なお、これらの図ではパワー半導体素子および絶縁性基板は省略して示している。図において、61はシール用のOリングであり、例えばシリコンゴムなどから形成されている。62は溝51やマニホール



7  
ド53、52(図示せず)を囲むように蓋体42に形成されたリング用溝である。63は蓋部材である。

【0029】上記各実施の形態では蓋体42は放熱用金属ベース板41と同じモリブデンやタングステンからなり、両者がはんだや接着剤で接合されている場合について説明したが、本実施の形態では蓋体42は熱伝導率が良くしかも安価な例えば銅やアルミニウムからなり、リング用溝62が形成されており、この溝62にリング61を配置することによってシールをし、ボルト締結などによって放熱用金属ベース板41と結合されている。

【0030】また、蓋体42の厚みを利用して蓋体42に十分な大きさのマニホールド53を形成している。本実施の形態では冷却流体用流路となる溝51を短くしたり、放熱用金属ベース板41や蓋体42の幅を広げたりすることなく、蓋体42に十分な大きさのマニホールド53を形成するために、蓋体42側に形成されたマニホールド53は、図14に断面図で示すような形状であり、反放熱用金属ベース板41側に開口しており、この開口を蓋部材63で覆って塞いでいる。蓋部材63には例えば蓋体42と同じ材料が用いられ、蓋部材63はマニホールド53の開口を塞ぐように例えばはんだや接着剤または溶接などにより蓋体42に接合されている。なお、他方のマニホールド52は図示していないが、マニホールド53と同様に構成されている。

【0031】このように構成することにより、蓋体42に安価な材料を用いることができ経済的である。また、安価な材料を用いることができるので、蓋体42の厚さを厚くすることも可能であり、蓋体42に十分な深さを有し従って十分な流路断面積を有するマニホールド52、53を形成することも可能となる。

【0032】なお、シールド材としてリング61の代りに、ガスケットを用いてもよく、ガスケットを用いた場合を図15～図17に示す。図15は本発明の実施の形態4によるパワー半導体装置の要部の別の構成を示す平面図、図16は図15のA-A線断面図、図17は図15のB-B線断面図である。なお、これらの図ではパワー半導体素子および絶縁性基板は省略して示している。図において、64はガスケットであり、例えばシリコンゴムなどから形成されている。なお、図では溝62にガスケットを挿入した場合を示しているが、溝62は設けなくてもよい。

【0033】なお、上記実施の形態1、2ではマニホールド52、53が放熱用金属ベース板41および蓋体42の両方に形成されている場合、実施の形態3では主に蓋体42の方に形成されている場合について示したが、放熱用金属ベース板41のみに形成されていてもよい。

【0034】実施の形態4。図18は本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部の構成を示す平面図、図19は図18のA-A線断面図、図20は図18

のB-B線断面図である。本実施の形態では、溝51は放熱用金属ベース板41の一端から他端にまで延在し、マニホールド52、53は溝51が開口した放熱用金属ベース板41および蓋体42の端面を覆うように設けられた筒状体である。すなわち、マニホールド52、53は、放熱用金属ベース板41および蓋体42の対向する2辺に取り付けられており、放熱用金属ベース板41および蓋体42と同じモリブデンやタングステン等の線膨張率の小さい材料を使用した金属パイプを合わせ面加工したものであり、これを放熱用金属ベース板41および蓋体42にはんだや接着剤または溶接などで接合したものである。

【0035】マニホールド52、53にこのような金属パイプを使用することによって流路断面積すなわち冷却液の流通面積を大きくすることができ、マニホールド52、53を流通する冷却液の流速を下げ、流通抵抗が大きくなりにようにすることができるため、マニホールド52、53を分割しないですみ、冷却液の配管が複雑になることを避けることができる。

20 【0036】なお、外部の冷却液配管と結合するための入口側および出口側のジョイント部は図示していないが、マニホールド52、53の端部または中央部の何れに設けてもよい。

【0037】また、マニホールド52、53の流路断面積すなわち冷却液流通面積は一定でもよいが、溝51を流通する冷却液の流量をできるだけ均一にするために、マニホールド52、53の流路断面積をジョイント部54、55を最大にして、ジョイント部54、55から遠ざかるにしたがって小さくしてもよい。

30 【0038】また、マニホールド52、53となる金属パイプの断面は一般に円形が用いられるが、これに限らずに角管など筒状体であればよい。

【0039】なお、上記各実施の形態では、蓋体42には溝が設けられない場合について示したが、蓋体42における放熱用金属ベース板41の溝51と対応した位置に溝を設けてもよく、冷却液の流通面積すなわち流路断面積を大きくすることができる。

【0040】

40 【発明の効果】以上のように、本発明によれば、パワー半導体素子が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子と同じオーダーである絶縁性基板、および上記絶縁性基板が接合され線膨張率が上記パワー半導体素子および上記絶縁性基板と同じオーダーである放熱用金属ベース板を備え、上記放熱用金属ベース板に冷却液が流通する冷却液流路を設けたので、パワー半導体装置の熱伝導路における熱抵抗の低減による冷却性能の向上と、熱伝導路となる部材間の熱応力の低減による長期信頼性の向上が図れる。

【0041】また、冷却液流路は、放熱用金属ベース板の反パワー半導体素子側の面に設けた溝により構成され

るので、製造が容易で、しかもフィン効果による冷却性能の向上も図れる。

【0042】また、溝に蓋をするために放熱用金属ベース板の反パワー半導体素子側に蓋体を配置したので、製造が容易である。

【0043】また、溝は複数本が並行して配置されており、少なくとも2本の上記溝に連通して冷却液流入用マニホールドおよび冷却液流出用マニホールドを設けたので、冷却液を並行して流すことができ、圧力損失を低く抑えることができ、また流路を単純化することができる。

【0044】また、マニホールドは、放熱用金属ベース板および蓋体の少なくとも一方に形成された溝状凹部であるので、部品点数が少なく製造が容易である。

【0045】また、溝は放熱用金属ベース板の一端から他端にまで延在し、マニホールドは、上記溝が開口した放熱用金属ベース板および蓋体の端面を覆うように設けられた筒状体であるので、マニホールドの流通断面積を大きくとることができ、冷却液を多くの溝に並列に流すことができ、圧力損失を低く抑えることができ、また流路を単純化することができる。

【0046】また、マニホールドには外部の冷却液配管と結合するためのジョイント部が設けられており、上記マニホールドの流路断面積を上記ジョイント部から遠ざかるにしたがって小さくしたので、溝を流通する冷却液の流量を均一化できる。

【0047】また、放熱用金属ベース板は、モリブデンまたはタングステンからなるので、その線膨張率が、接合されている絶縁性基板およびパワー半導体素子の線膨張率と同じオーダーになり、発生する熱応力が小さく、接合部の長期信頼性の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1によるパワー半導体装置の構成を示す平面図である。

【図2】 本発明の実施の形態1によるパワー半導体装置の構成を示し、図1のA-A線断面図である。

【図3】 本発明の実施の形態1によるパワー半導体装置の構成を示し、図1のB-B線断面図である。

【図4】 本発明の実施の形態1に係り、ジョイント部を拡大して示す断面図である。

【図5】 本発明の実施の形態1に係り、マニホールド近傍を拡大して示す平面図である。

【図6】 本発明の実施の形態1に係り、図5のA-A線断面図である。

【図7】 本発明の実施の形態1に係り、図5のB-B線断面図である。

【図8】 本発明の実施の形態1に係り、パワー半導体

装置の要部を拡大して示す断面図である。

【図9】 本発明の実施の形態2によるパワー半導体装置の構成を示す平面図である。

【図10】 本発明の実施の形態2によるパワー半導体装置の構成を示し、図9のA-A線断面図である。

【図11】 本発明の実施の形態2によるパワー半導体装置の構成を示し、図9のB-B線断面図である。

【図12】 本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部の構成を示す平面図である。

【図13】 本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部の構成を示し、図12のA-A線断面図である。

【図14】 本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部の構成を示し、図12のB-B線断面図である。

【図15】 本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部の別の構成を示す平面図である。

【図16】 本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部の構成を示し、図15のA-A線断面図である。

【図17】 本発明の実施の形態3によるパワー半導体装置の要部の構成を示し、図15のB-B線断面図である。

【図18】 本発明の実施の形態4によるパワー半導体装置の要部の構成を示す平面図である。

【図19】 本発明の実施の形態4によるパワー半導体装置の要部の構成を示し、図18のA-A線断面図である。

【図20】 本発明の実施の形態4によるパワー半導体装置の要部の構成を示し、図18のB-B線断面図である。

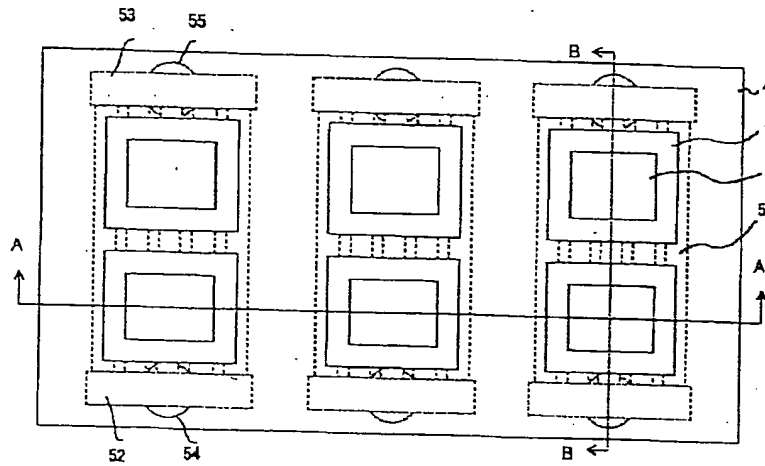
【図21】 従来技術1によるパワー半導体装置の構成を示す正面図である。

【図22】 従来技術2によるパワー半導体装置の構成を示す正面図である。

【符号の説明】

1 IGBTモジュール、2 パワー半導体素子、3 絶縁性基板、4、41 放熱用金属ベース板、42 蓋体、5 冷却装置、51 溝、52 冷却液流入用マニホールド、53 冷却液流出用マニホールド、54 入口側ジョイント部、55 出口側ジョイント部、6、7、9 はんだ、8 コンパウンド、61 Oリング、62 溝、63 蓋部材、64 ガスケット、101 電力用半導体素子、102 絶縁基板、103 放熱ベース、105 電極、106 ケース、131 冷却液体用流路、142 貫通孔。

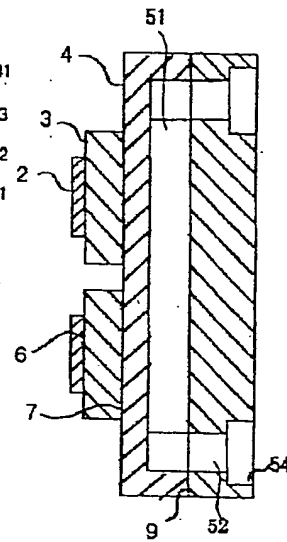
【図1】



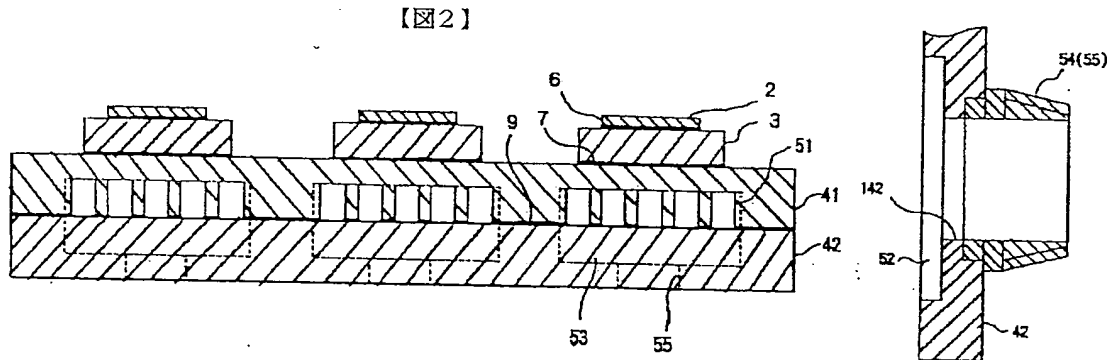
2: パワー半導体素子  
3: 絶縁性基板  
41: 放熱用金属ベース板  
42: 基板

51: 溝  
52, 53: マニホールド  
54, 55: ジョイント部

【図3】

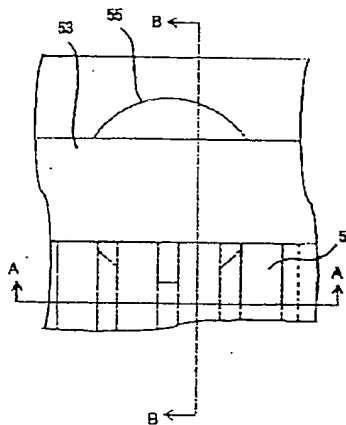


【図4】

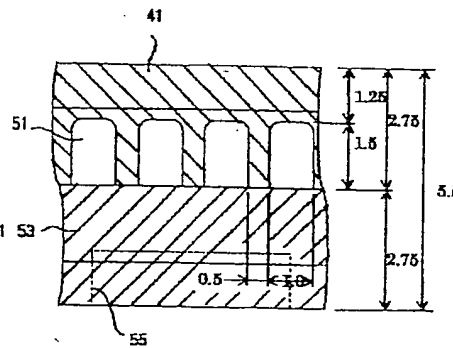


6, 7, 9: はんだ

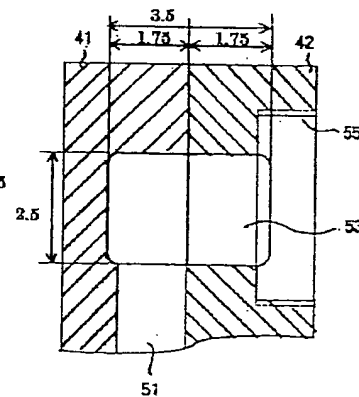
【図5】



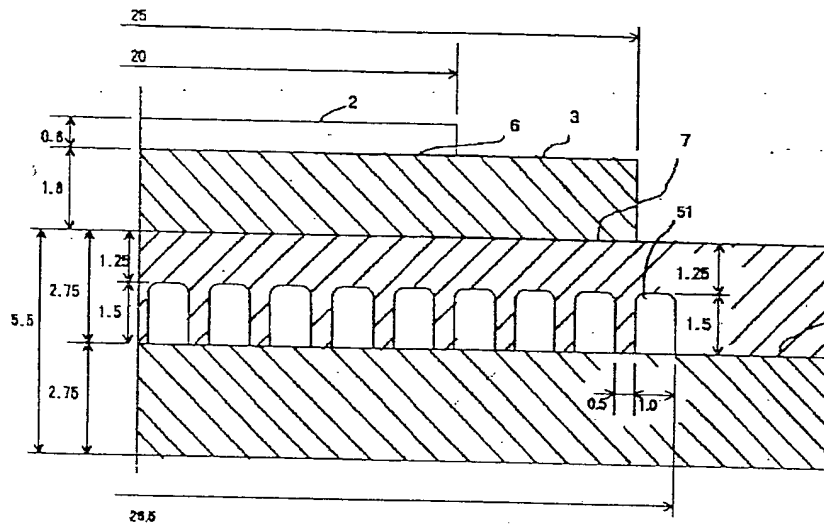
【図6】



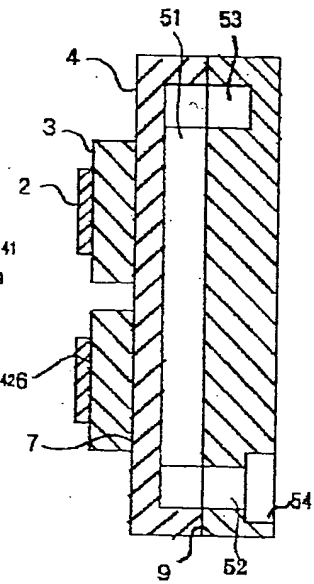
【図7】



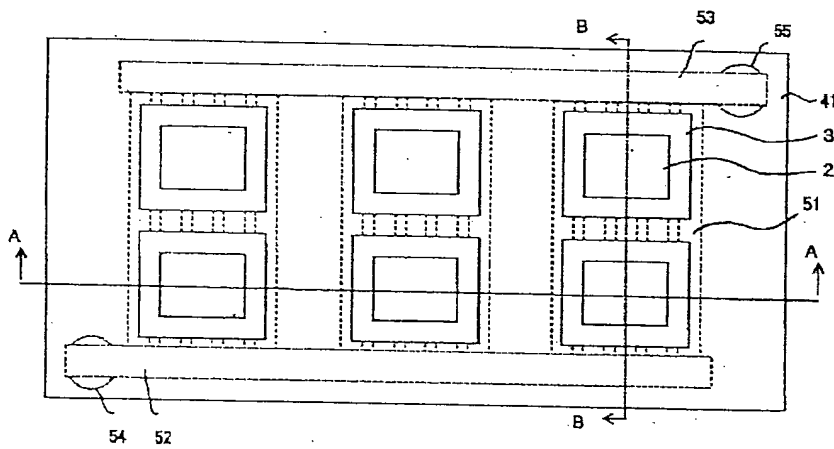
【図8】



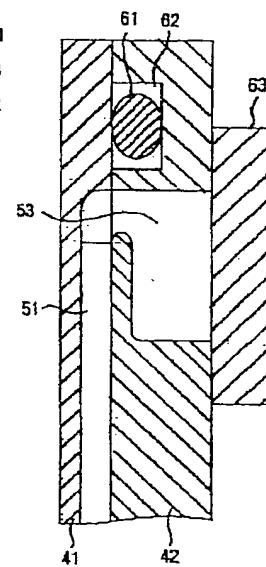
【図11】



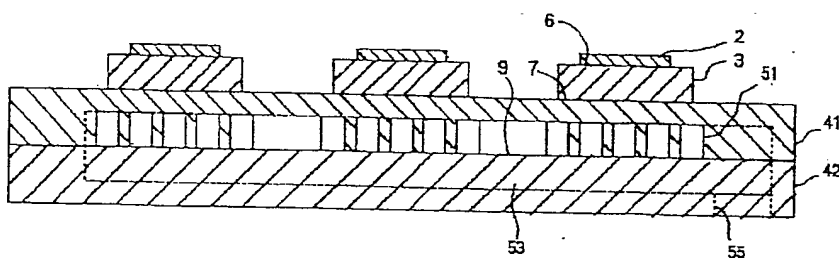
【図9】



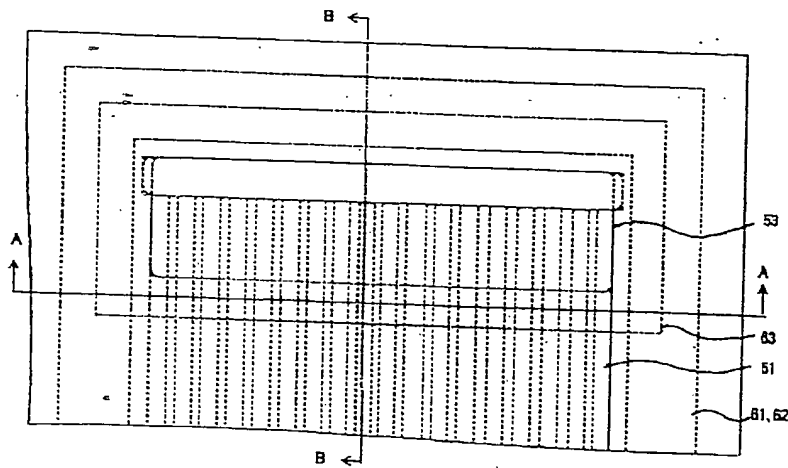
【図14】



【図10】

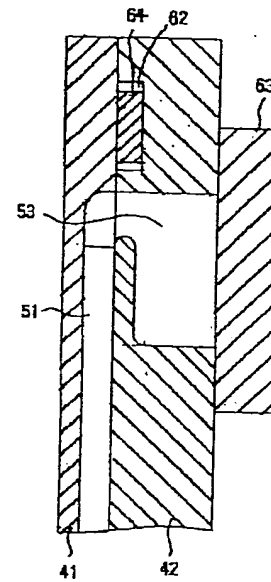


【図12】

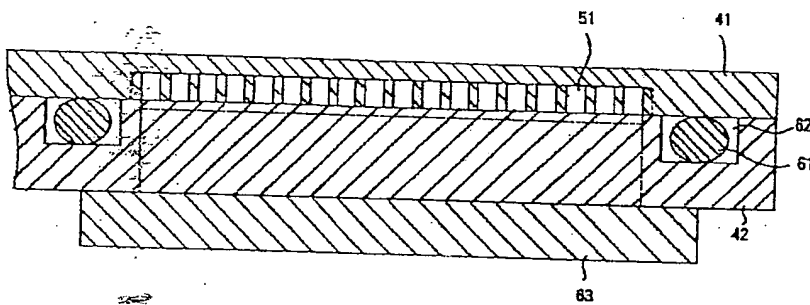


51: Oリング  
 52: 溝  
 53: 密封材

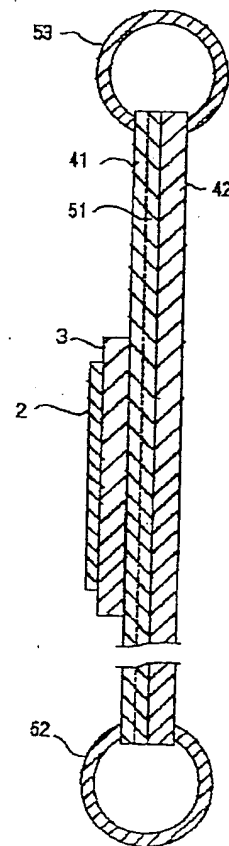
【図17】



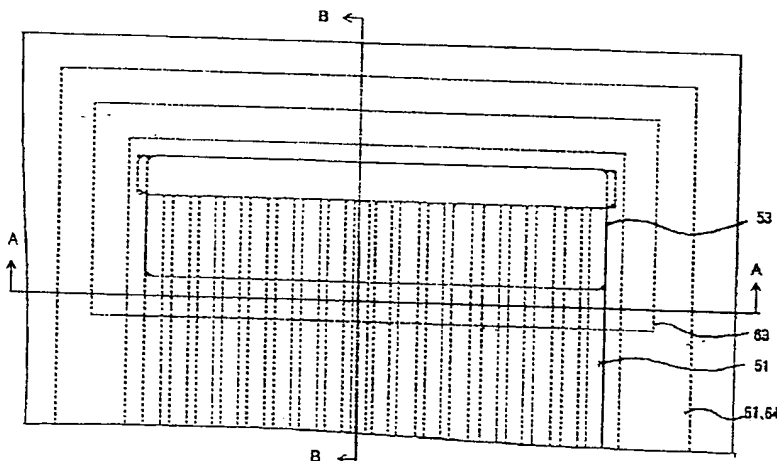
【図13】



【図20】

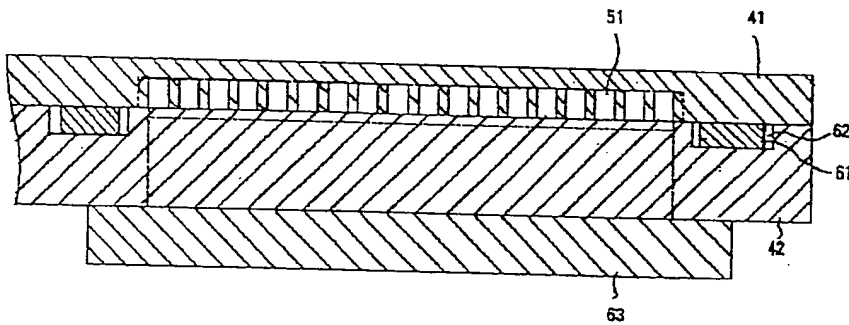


【図15】

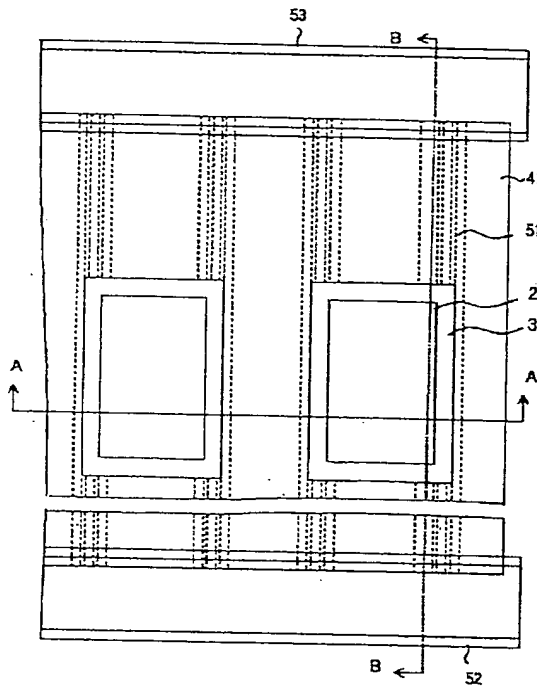


54: ガasket

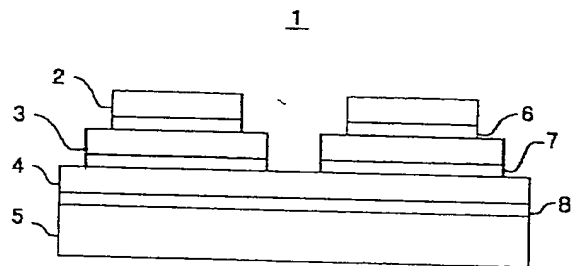
【図16】



【図18】



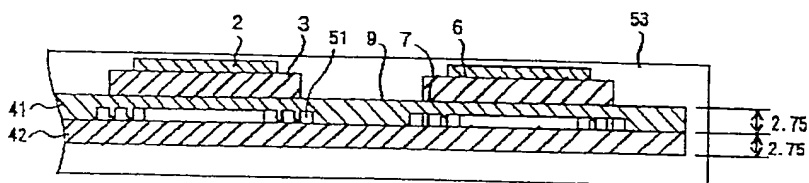
【図21】



1: IGBTモジュール  
2: IGBT素子  
3: 絶縁性基板  
4: 放熱用金属ベース板

5: 冷却装置  
6: はんだ  
7: はんだ  
8: コンパウンド

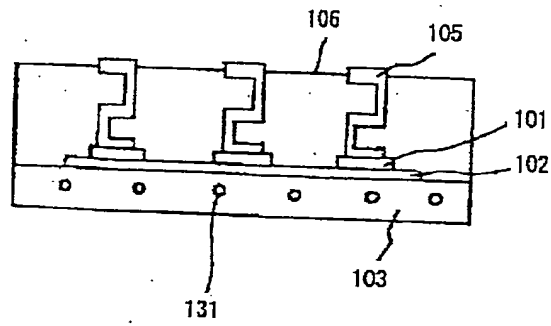
【図19】



(11)

特開2001-284513

【図22】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

### **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**